



Tek Akciğer Ventilasyonunda Akut Akciğer Hasarı

Ventilasyon Stratejileri

Dr. F. Nur Kaya

Akış

- TAV - ALI ilişkisi
- Koruyucu ventilasyonun bileşenleri
- Klinik yararlanım
- Uygun ventilasyon ayarları ve sınırlamalar
- Klinik çalışmalar
- Hipokside yaklaşım

Tek akciğer ventilasyonu/ALI

Bağımlı akciğer

- Hiperoksi
- Hiperperfüzyon
- Ventilatuvar stres
 - Volütravma
 - Atelektotravma
 - Barotravma

Bağımsız akciğer

- TAV
 - İskemi/reperfüzyon
 - Reekspansiyon
 - Sitokin salınımı
- Cerrahi

Sistemik

- Sitokin salınımı
- Oksidatif stres
- Sıvı yüklenmesi
- Kemo/radyoterapi

ALI/ARDS

Koruyucu ventilasyonun bileşenleri

“Akciğer koruyucu ventilasyonda amaç siklik “recruitment” ve “overdistension”dan kaçınılmasıdır, bu

RM, yeterli PEEP ve düşük tidal volüm kombinasyonu ile sağlanabilir”

Gama de Abreu M et al, Anesth Analg 96:220-8, 2003

Ren Y et al, Anaesth Intensive Care 36:544-8, 2008

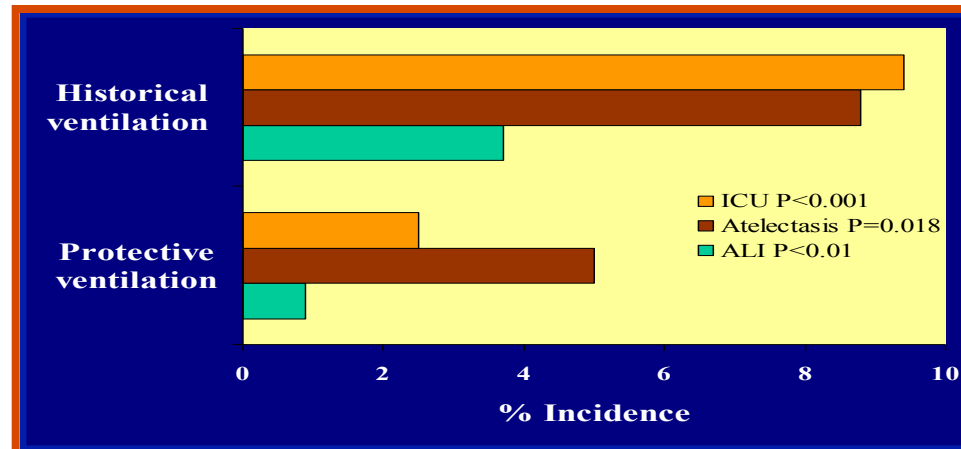
Impact of intraoperative lung-protective interventions in patients undergoing lung cancer surgery

Licker M et al, *Critical Care* 13:1-10, 2009

Intraoperative Ventilatory management

	Historical control cohort (n = 533)	PLV cohort (n = 558)
Two-lung ventilation		
<u>Tidal volume (ml/kg predicted body weight)</u>	9.2 (2.8)	6.5 (2.0)*
<u>Patients with tidal volume < 8 ml/kg (%)</u>	24	92 *
<u>Inspiratory plateau pressure (cmH₂O)</u>	16 (5)	12 (4)*
<u>Positive end-expiratory pressure (cmH₂O)</u>	3 (2)	3 (3)
<u>Dynamic compliance (ml/cmH₂O)</u>	52.4 (9.1)	53.5 (8.7)
<u>Inspiratory oxygen fraction (%)</u>	40 (4)	38 (13)
<u>Respiratory rate (cycle/minute)</u>	11 (1)	14 (2)*
One-lung ventilation		
<u>Tidal volume (ml/kg predicted body weight)</u>	7.1 (1.2)	5.3 (1.1)*
<u>Inspiratory plateau pressure (cmH₂O)</u>	20 (7)	15 (6)*
<u>Positive end-expiratory pressure (cmH₂O)</u>	3.3 (2.1)	6.2 (2.4)*
<u>Dynamic compliance (ml/cmH₂O)</u>	32.2 (7.5)	44.6 (6.9)*
<u>Inspiratory oxygen fraction (%)</u>	64 (9)	67 (8)
<u>Respiratory rate (cycle/minute)</u>	13 (2)	15 (2)*

Data presented as mean (standard deviation) or percentage. * $P < 0.05$ between the two groups.

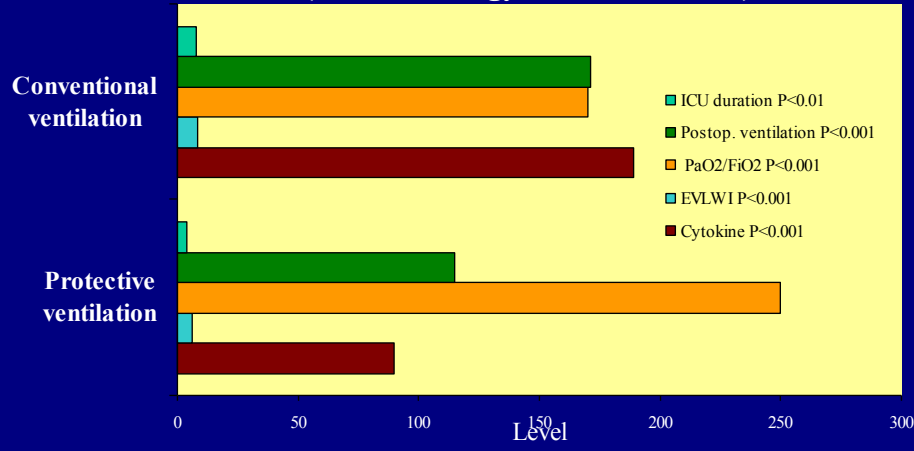


Koruyucu ventilasyonun etkinliğini değerlendiren randomize kontrollü çalışmalar

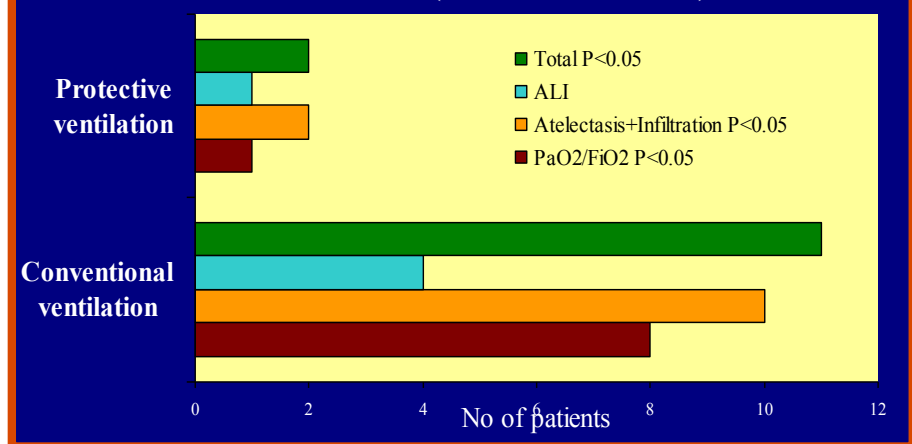
Reference	n	Type of surgery	Ventilation strategy	Effects of low vs. high V_T
One-lung ventilation Wrigge <i>et al.</i> [49]	32	Lung resection	6 ml/kg 10 cmH ₂ O PEEP vs. 12–15 ml/kg ZEEP	Similar time course of cytokines in tracheal aspirate and plasma
Schilling <i>et al.</i> [58]	32	Lung resection	5 ml/kg ZEEP vs. 10 ml/kg ZEEP	↓ TNF- α and sICAM in BALF, similar levels of albumine, elastase, IL-8 and IL-10
Michelet <i>et al.</i> [59]	52	Esophagectomy	5 ml/kg 5 cmH ₂ O PEEP vs. 9 ml/kg ZEEP	↓ IL-1, IL-6, IL-8 in plasma, ↑ PaO ₂ /FiO ₂ and ↓ lung water content, ↓ duration of MV

Licker M *et al.*, *Curr Opin Anaesthesiol* 22:61–67, 2009

Protective ventilation influences systemic inflammation after esophagectomy
(*Anesthesiology* 105:911-9, 2006)



Does a protective ventilation strategy reduce the risk of pulmonary complications after lung cancer surgery
(*Chest* 139:530-7, 2011)

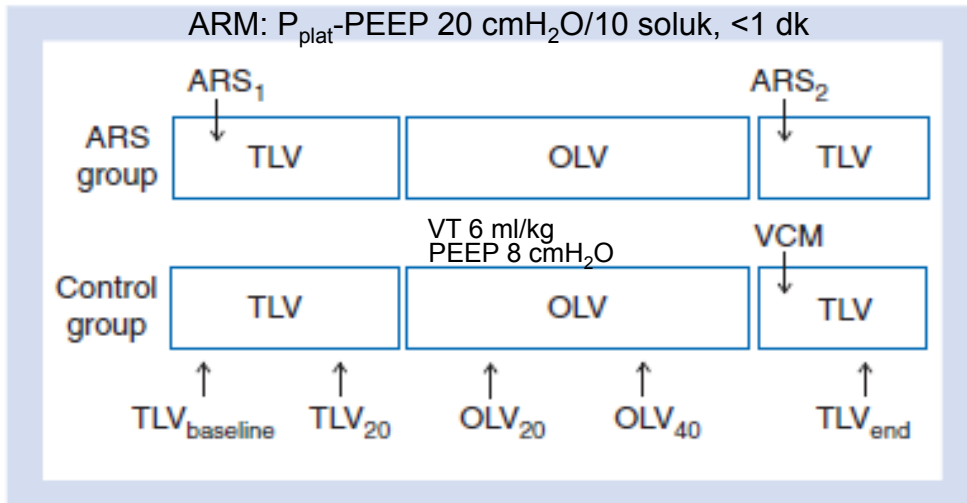


*Koruyucu ventilasyon
uygulaması neden zor ?*

- “Derecruitment”
- CO₂ eliminasyonu ↓
- Dinamik “hyperinflation”

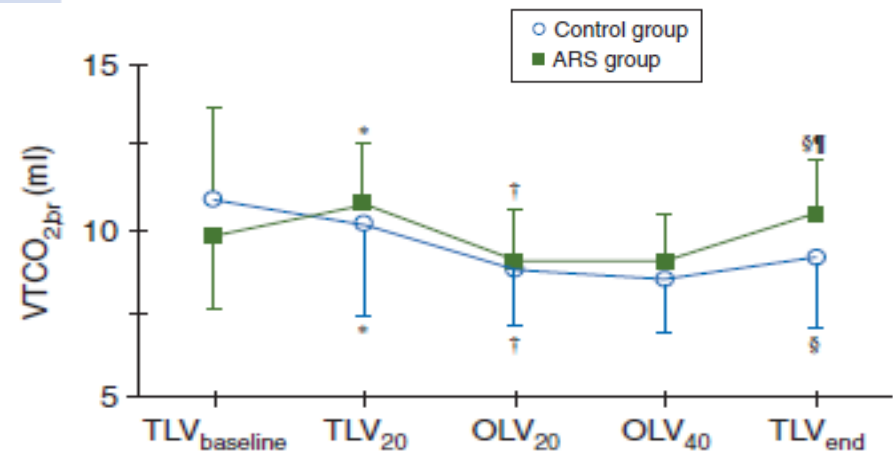
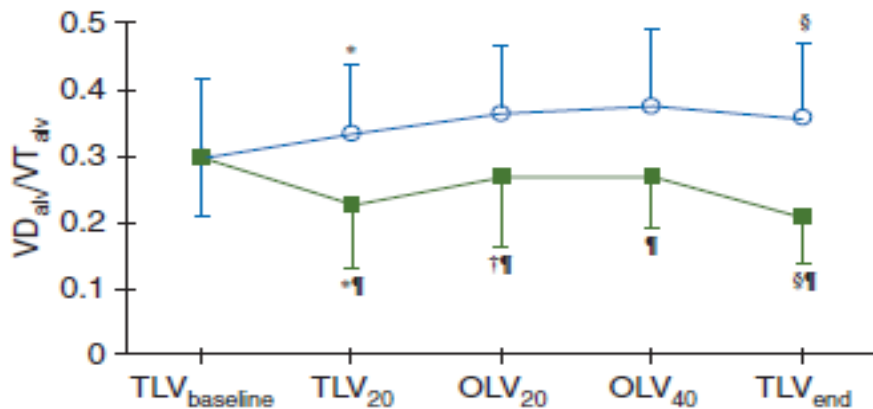
Alveolar recruitment improves ventilation during thoracic surgery: a randomized controlled trial

Unzueta C et al, Br J Anaesth 2011



TAV öncesi RM

- Ölü boşluk ↓
- Oksijenasyon ve ventilasyon ↑

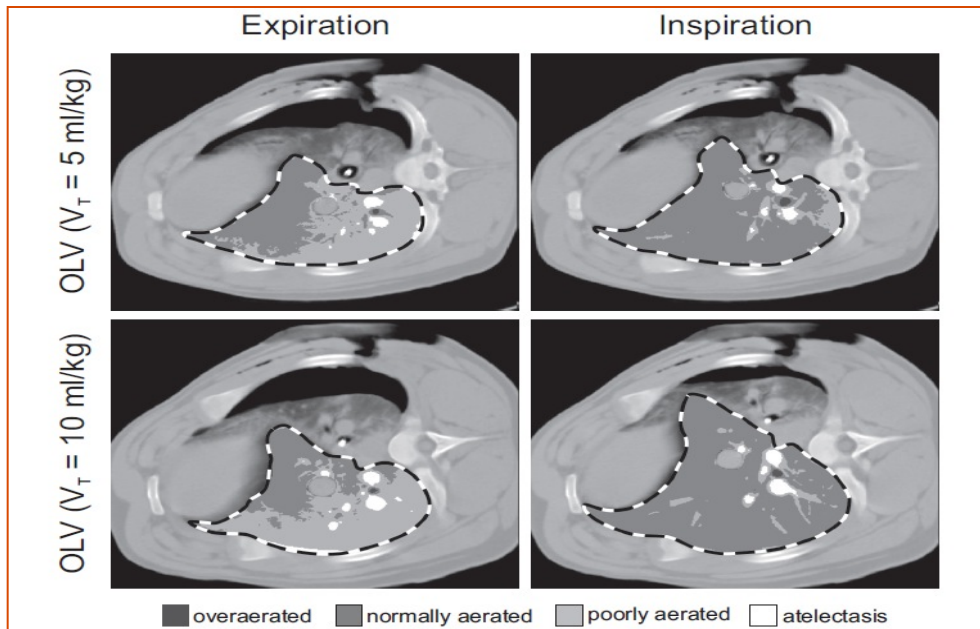
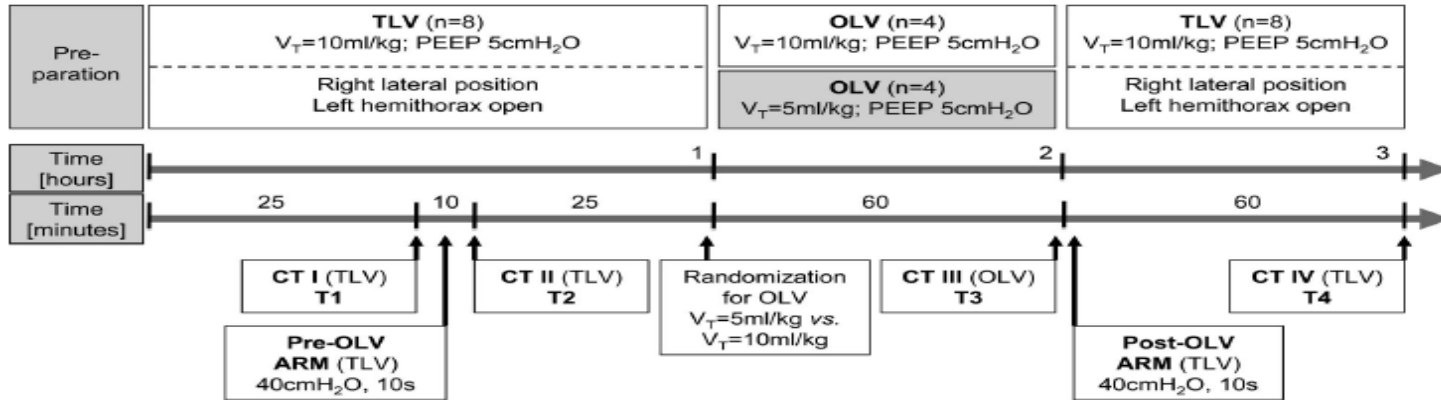


Volumetric capnography-derived variables

Ventilatory Protective Strategies during Thoracic Surgery

Effects of Alveolar Recruitment Maneuver and Low-tidal Volume Ventilation on Lung Density Distribution

Kozian A et al, Anesthesiology 114:1025-35, 2011



RM

Etkin ventilasyon

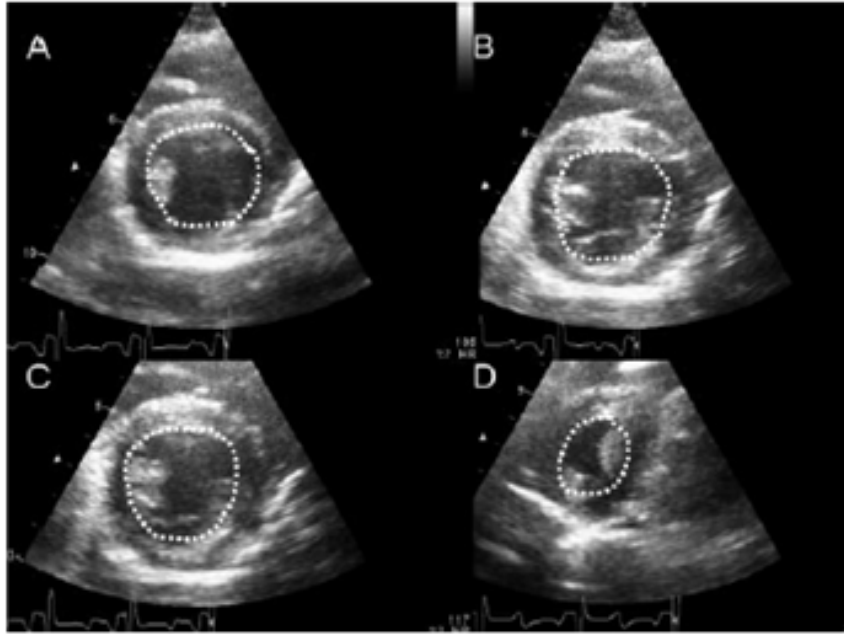
Düşük tidal volüm

Mekanik stres ↓

RM'de sorunlar ve önlenmesi

- Kardiyak debi ↓
- Barotravma
- Proinflamatuvar sitokin salınımı

Önlem



- “Preemptive” RM

Park SH et al, Eur J Anaesthesiol 28:298-302, 2011

- Selektif/unilateral RM

Hansen LK et al, Anesth Analg 102:1504-10, 2006

- “Preloud”un artırılması

Cinnella G et al, Acta Anaesthesiol Scand 52:766-75, 2008

- İnotropik destek

PEEP

- Akc. mekaniklerinde düzelme
- FRK \uparrow
- Alveolar “recruitment”
- Hava yolu basıncı \uparrow
- Pulmoner direnç \uparrow



PEEP

hangi hastada daha etkili ?

$FEV_1 \uparrow \rightarrow$ komplians \downarrow

“Sağlıklı bireyler PEEP’ten daha fazla yarar görür”

Valenza F et al, Eur J Anaesthesiol 21:938-43, 2004

Oto-PEEP > 4 cmH₂O ...etkinlikte azalma

Lateral pozisyonda ÇAV sırasında PO₂'de azalma

...etkinlikte artma

Slinger PD et al, Anesthesiology 95:1096-102, 2001

PEEP

ne zaman başlamalı ?

“PEEP, TAV’in başlangıcında, toraks açıldıktan sonra uygulanmalı”

Ren Y et al, Anaesth Intensive Care 36:544-8, 2008

Mascotto G et al, Eur J Anaesthesiol 20:704-10, 2003

“En ideal PEEP uygulaması, RM sonrasıdır”

Masch S et al, Anesth Analg 106:175-81, 2008

PEEP

hangi mod ve tidal volüm ?

“Basınç kontrollü ventilasyon + PEEP oksijenasyon için daha uygun olabilir”

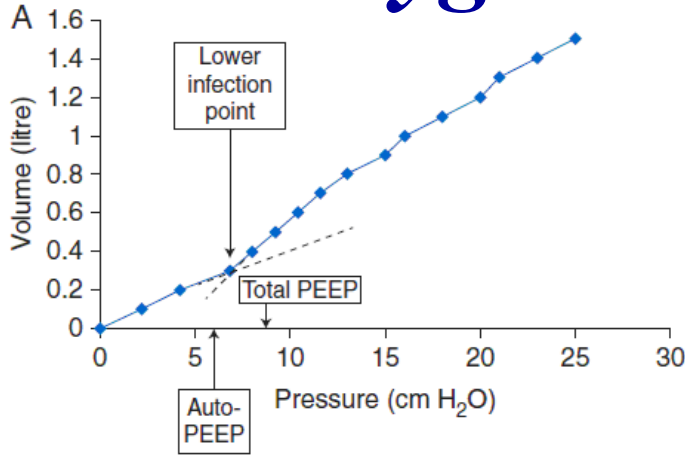
Şentürk NM et al, J Cardiothorac Vasc Anesth 19:71-5, 2005

“Koruyucu, ancak hafif yüksek tidal volüm (6.6 vs 5.7 mL/kg) PEEP’in etkinliğini artırır”

Hoftman N et al, Ann Card Anaesth 14:183-7, 2011

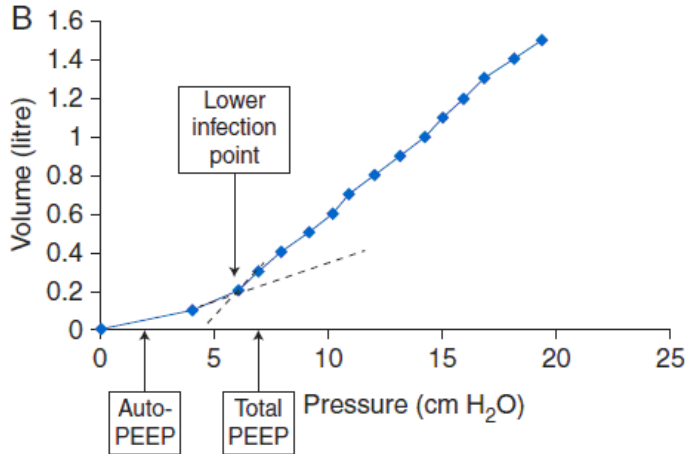
PEEP

uygun deęer ne olmalı ?



Alveolar “overdistension” } Şant ↑
PVR ↑

Oksijenasyonda kötüleşme



Açık akciğer

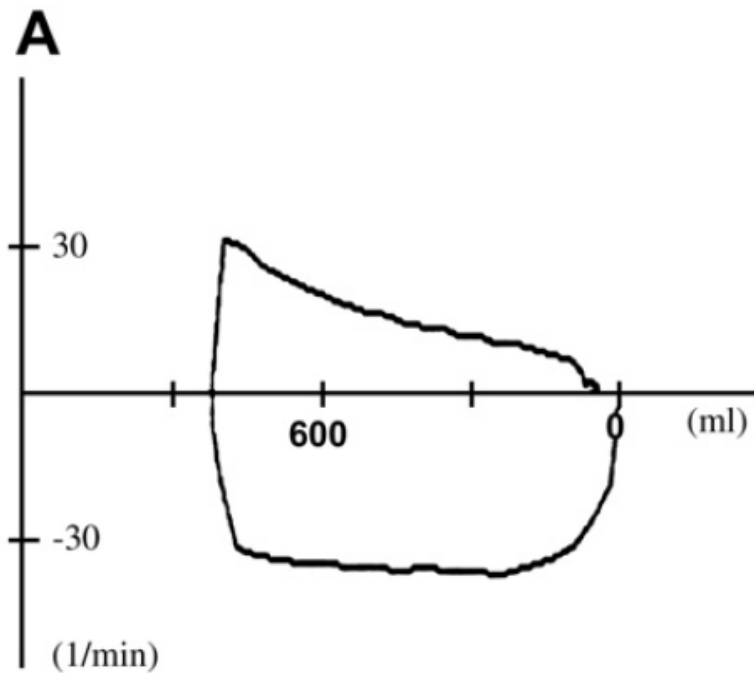
Oksijenasyonda düzelme

Slinger PD et al, Anesthesiology 95:1096–102, 2001

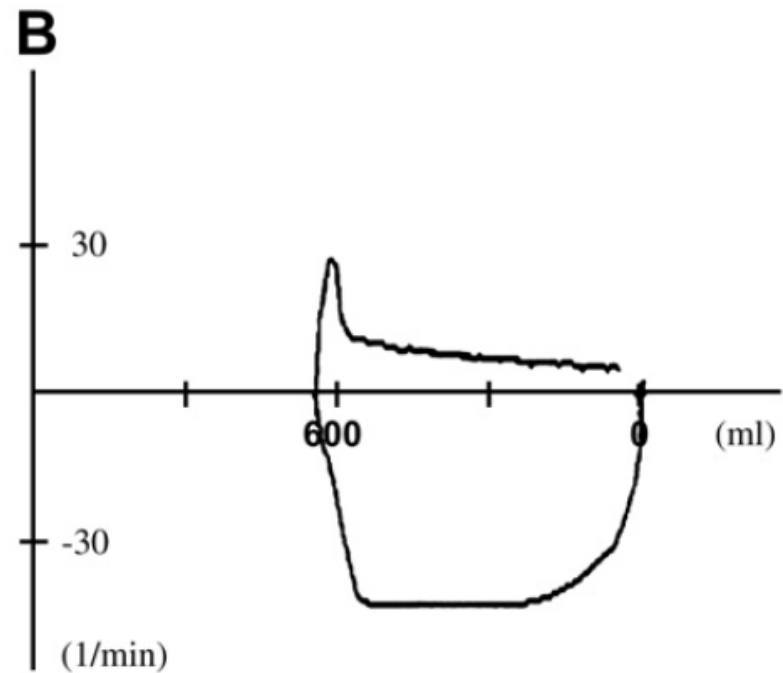
Statik komplians eğrisi

PEEP ayarlaması hastaya özğü olmalı

Spirometrik yolla oto-PEEP saptanması



Oto-PEEP \emptyset



Oto-PEEP

PEEP

klirik deęerlendirme

<10 cmH₂O PEEP...düşük hava yolu basıncı
(optimal PEEP 5 cmH₂O)

Ren Y et al, Anaesth Intensive Care 36:544-8, 2008

15 cmH₂O PEEP...aşırı gerilme (komplians↓)

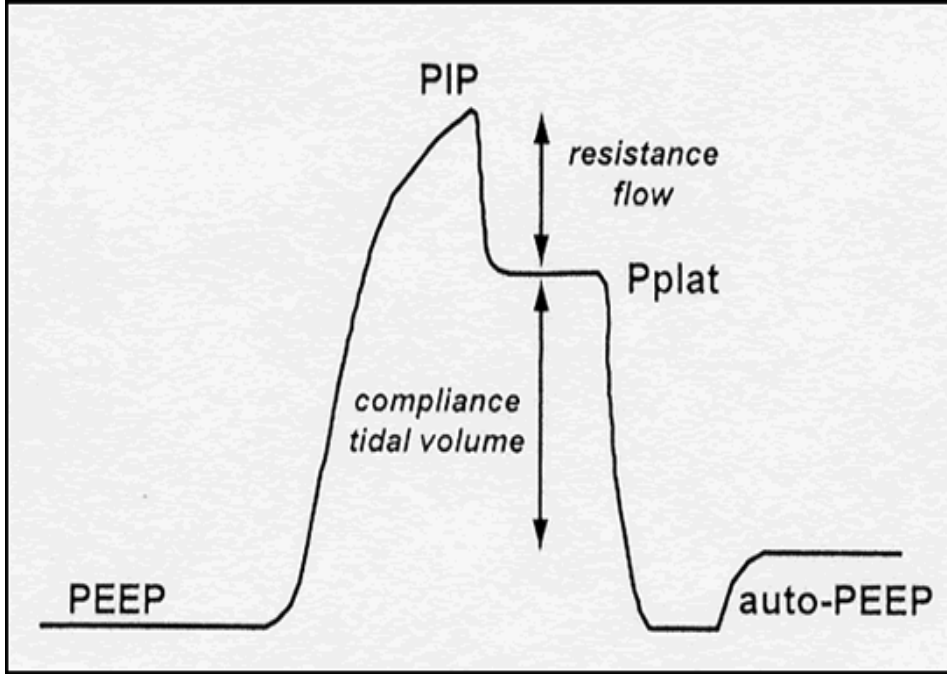
Michelet P et al, Br J Anaesth 95:267-73, 2005

PaO₂'de ≥%20 ↑...etkin PEEP

Hoftman N et al, Ann Card Anaesth 14:183-7, 2011

PIP vs Plato basıncı

hedef ne olmalı ?



PIP//Dinamik komplians

- Tidal volüm
- İnspiriyum zamanı
- Tüp çapı
- Bronkospazm

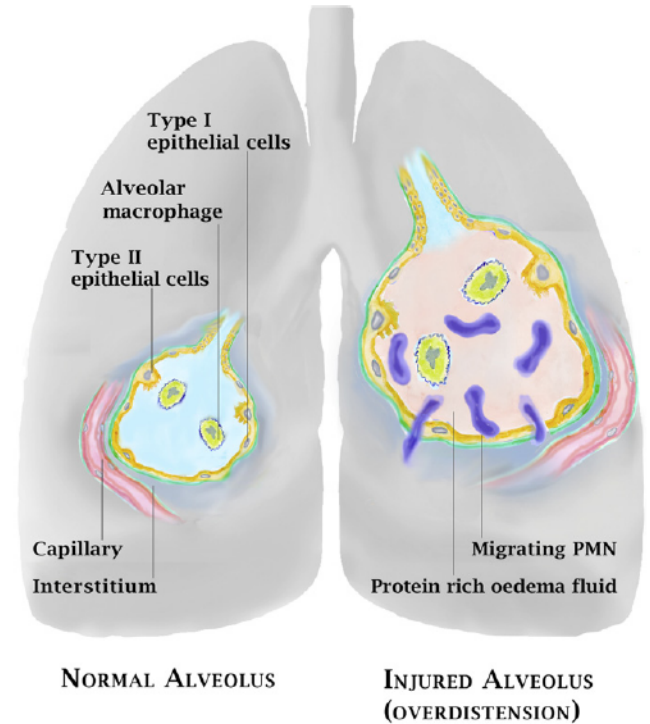
Plato basıncı//statik komplians

- Göğüs duvarı/akc. kompliansı

ALI'de plato basıncı PIP'den önemli !!!
Koruyucu ventilasyonda PIP < 35 cmH₂O
plato P < 25 cmH₂O

Neden yüksek TV değil?

- PVR \uparrow ...kanın ventile olmayan akc.e yönlenmesi
- Kardiyak debi \downarrow
- Alveolar oksijen basıncı/
alveolar ventilasyon arasında
doğrusal ilişki \emptyset
- ALI



Neden solunum sayısı arttırılmamalı?

- Etkin ventilasyon ↓ (ölü mesafe ↑)
- Oto-PEEP

Özellikle akciğer “elastic recoil” düşük olgularda solunum sayısı azaltılmalı

Niçin hiperkarbi?

PAP \uparrow ...şantlaşma \uparrow

- HPV \uparrow
- Kardiyak debi \uparrow // HYB \downarrow
- Oksijen dissosiyasyon eğrisinde sağa kayma
- Akc. koruyucu etki

Oksijenasyon neden bozulmuyor?

$\text{PaCO}_2 > 75$ mmHg...miyokardiyal depresyon

Ne kadar FiO₂ ?

FiO₂ ↑

- Absorbsiyon atelektazisi
- Oksidatif hasar
- Postoperatif ALI

Öneri

TAV başlangıcı (15-20 dk)... FiO₂ 0.8

FiO₂ 0.4...yeterli oksijenasyon

Bardoczky GI et al, Anesth Analg 90:35-41, 2000

Hedef: SpO₂ > %90 idamesini sağlayacak
en düşük FiO₂

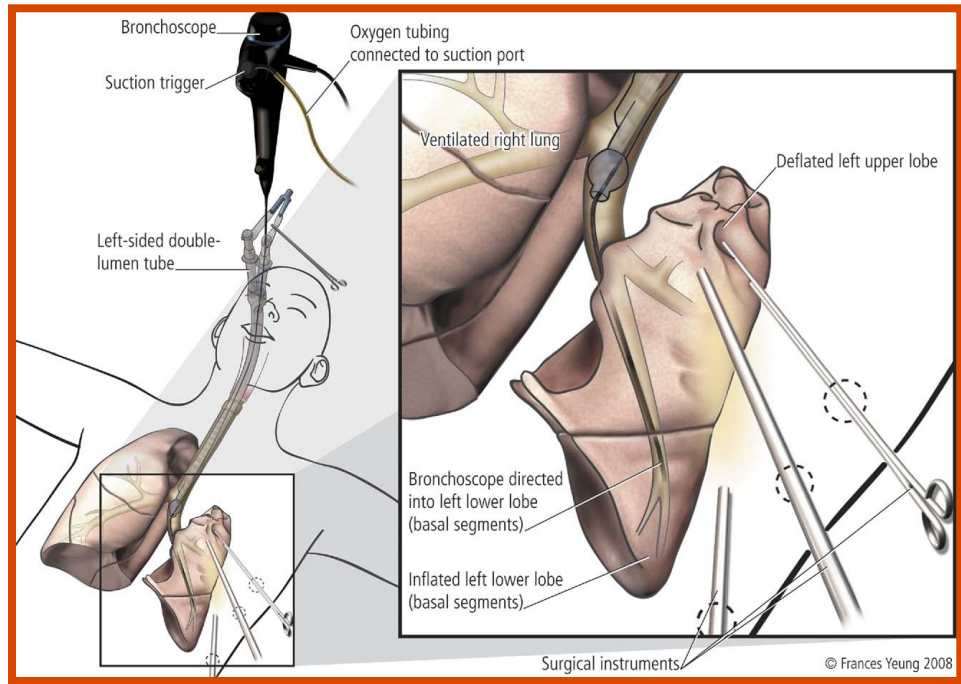
CPAP

CPAP 3-5 cmH₂O

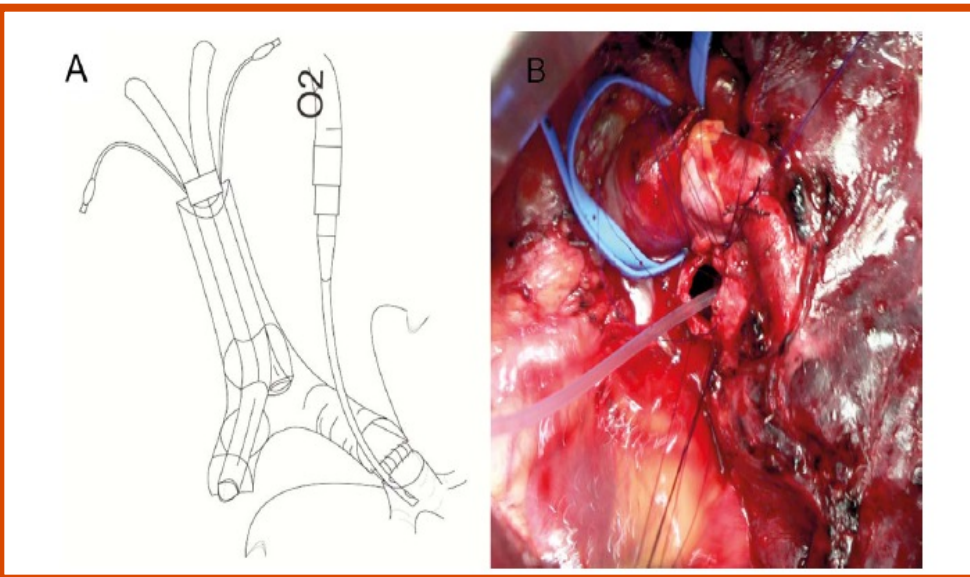
- Bağımsız akc.in reekspansiyonu
 - Oksijen radikalerinin salınımı
 - Reperfüzyon hasarı
- Bağımlı akc.de
 - Tüp dislokasyonu
 - Atelektazinin maskelenmesi
- VATS'de optimal görüş ↓

CPAP'a alternatif yöntemler

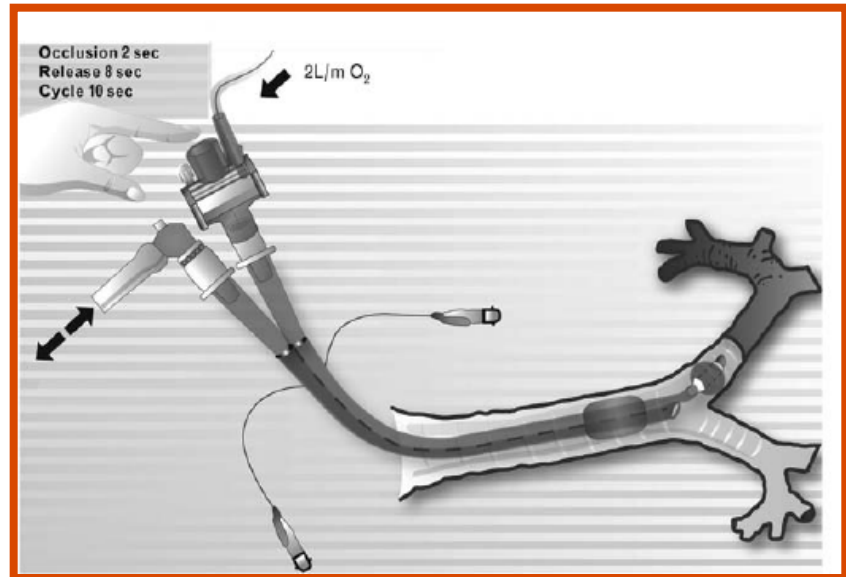
Oksijen insuflasyonu



Ku CM et al, J Cardiothorac Vasc Anesth 23:850-52, 2009



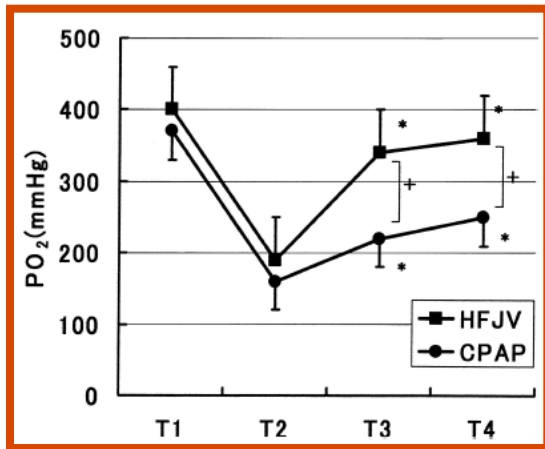
Sanchez-lorente D et al, Eur J Cardiothorac Surg 39:77-9, 2011



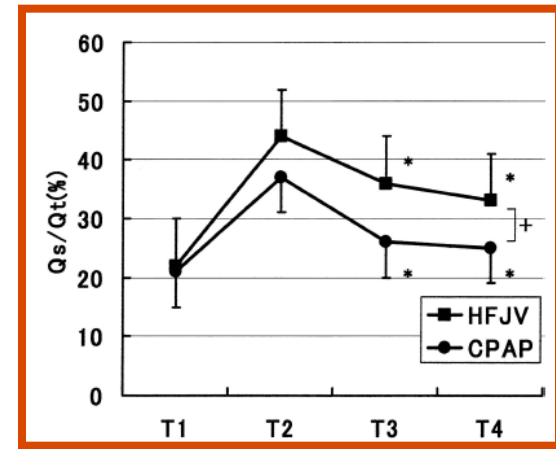
Russell WJ, Anaesth Intensive Care 37: 432-4, 2009

Effect of high-frequency jet ventilation on oxygenation during one-lung ventilation in patients undergoing thoracic aneurysm surgery

Abe K et al, J Anesth 20:1–5, 2006



* $P < 0.05$ compared with T2
+ $P < 0.05$ compared with CPAP



High-frequency percussive ventilation

improves perioperatively clinical evolution in pulmonary resection

Lucangelo U et al, Crit Care Med 37:1663–9, 2009

- İntraoperatif PaO₂
- Sekresyon atılımı
- Erken taburculuk



- ***Bağımsız akc.de HFPPV (CPAP'a göre)***

“Oksijenasyon ve sağ ventrikül fonksiyonu daha iyi”

El Tahan MR et al, Semin Cardiothorac Vasc Anesth 14:291-300, 2010

“VATS'da cerrahi görüşe engel”

El Tahan MR et al, Interact CardioVasc Thorac Surg 12:899-902, 2011

- ***Çift akc.de HFJV***

“Kan kaybı ve sıvı gereksiniminde azalma”

Buise M et al, J Cardiothorac Vasc Anesth 23:509-12, 2009

“Daha iyi oksijenasyon, daha az boğaz ağrısı, benzer cerrahi koşullar”

Misiolek H et al, Eur J Anaesthesiol 25:15-21, 2008

- ***Bağımlı akc.de HFJV***

“Ciddi amfizemde oksijenasyonda artma”

Lohser J et al, J Cardiothorac Vasc Anesth 23:846-9, 2009

Hipokseminin sınırlanmasında cerrahi destek

- Bağımsız akc.
kompresyonu
- Pulmoner arterin
klemplenmesi



Şantlaşma ↓



PCV vs VCV

• PCV

Avantajlar

Barotravma ↓

Gaz deęişiminde düzelme

Homojen ventilasyon

Kaçakların kompanzasyonu

Dezavantajlar

Hipoventilasyon

• VCV

Avantajlar

Sabit tidal volüm

PaCO₂ kontrolü

Dezavantajlar

Havayolu basıncı↑//ALI

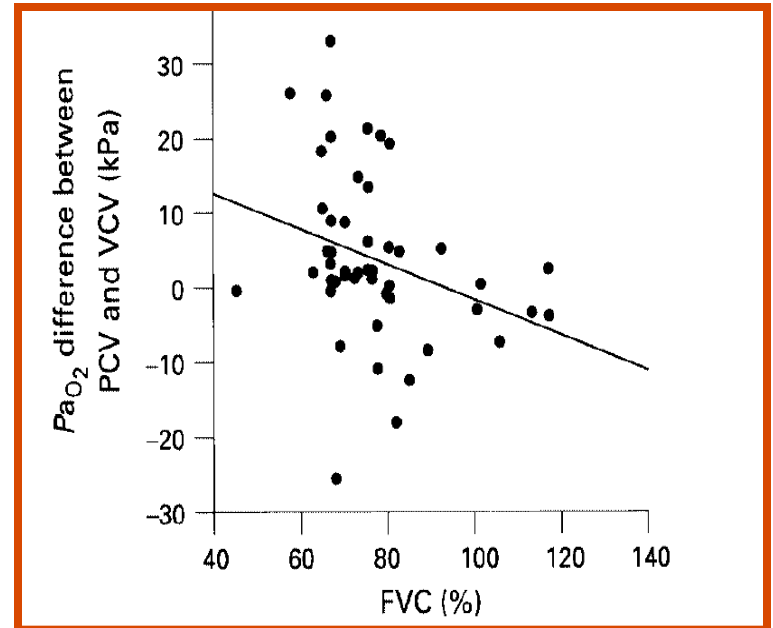
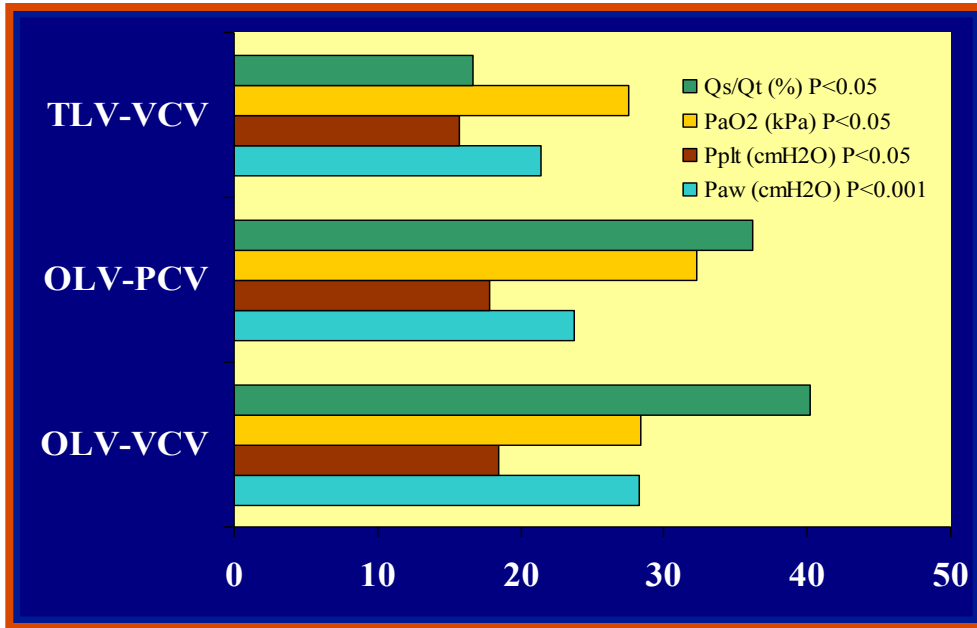
Kaçak kompanzasyonu Ø

Oksijenasyonda ventilasyon modlarının

birbirine üstünlüğü Ø

Comparison of volume controlled with pressure controlled ventilation during one-lung ventilation

Tuğrul M et al, Br J Anaesth 79:306-10, 1997



Preoperatif FVC ↓ ... PVC ile oksijenasyon ↑

Modlar

klirik sonuçlar

“Torokoskopik cerrahide akc. fonksiyonu iyi olgularda ventilasyon modu oksijenasyonu etkilemez (PIP↓)”

Montes FR et al, J Cardithorac Surg 5:99, 2010

“Prone pozisyonda TAV sırasında PCV ve VCV ile benzer oksijenasyon, VCV ile ŐantlaŐmada azalma”

Choi YS et al, Surg Endosc 23:2286-91, 2009

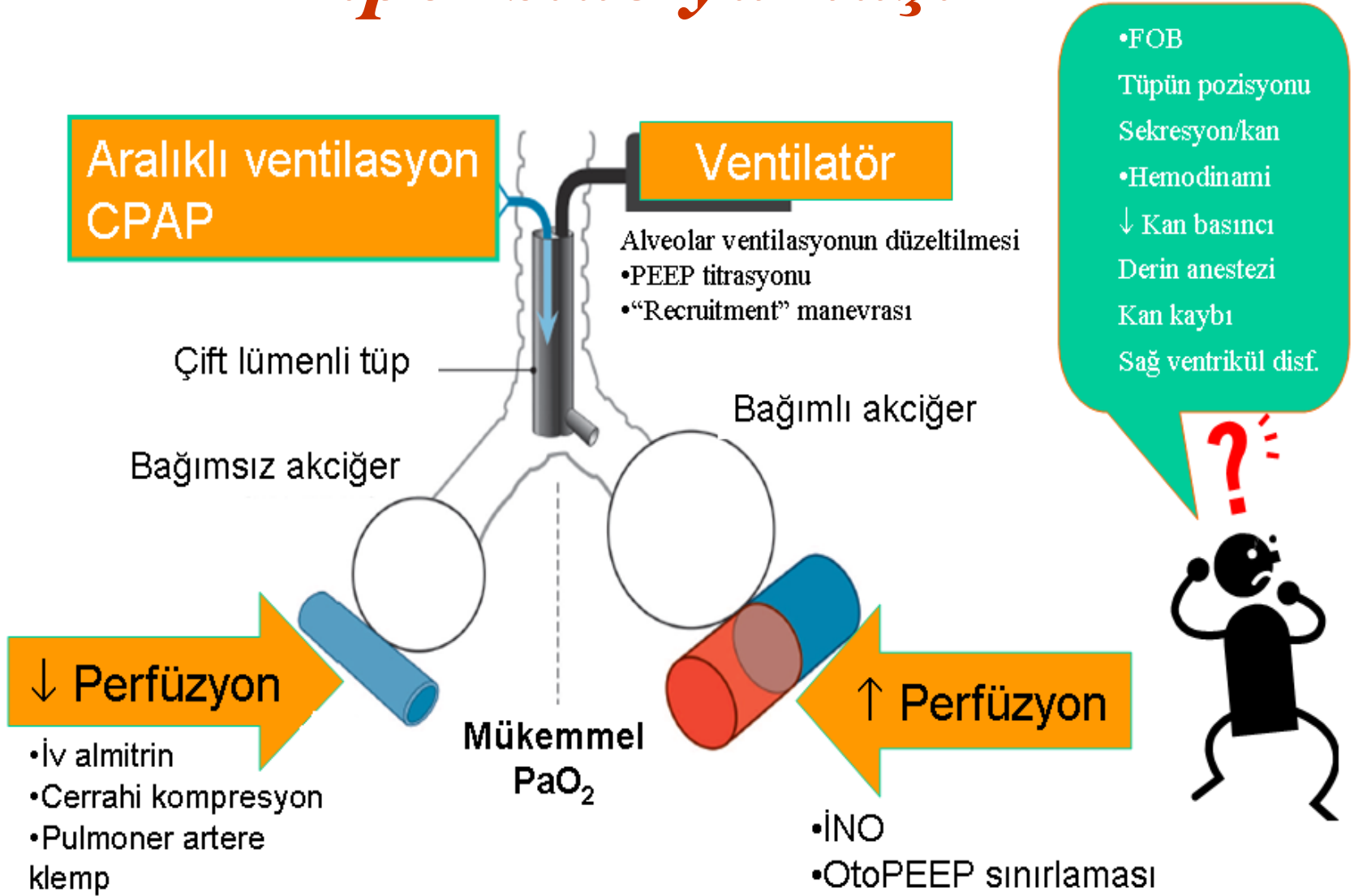
“Akc. impedansının deęiŐken olduğu durumlarda PCV sabit TV veremeyebilir/KOAH’de oto-PEEP’e neden olup, hemodinamik deęiŐikliklere ve ↓TV’e yol açabilir”

Unzueta MC et al, Anesth Analg 104:1029-33, 2007

“KiŐisel ventilasyon ayarları, mod seçiminden önemlidir”

Ishikawa S and Lohser J, Curr Opin Anaesthesiol 24:24–631, 2011

Hipokside yaklaşım



Ventilasyon yönetimi-I

Tidal volüm

- Koruyucu: 4-6 mL/kg
- Hipoksi veya ciddi hiperkapni: 6-10 mL/kg

PEEP

- Koruyucu/restriktif/normal: 5-10 cmH₂O
- Obstrüktif: 3-8 cmH₂O (oto-PEEP !)

Solunum sayısı

- Koruyucu: 10-15/dk
- Ciddi hiperkapni: 6-8/dk

Ventilasyon yönetimi-II

FiO₂

- Transplant: %21+
- Rutin: %50-80
- Hipoksi: %100

İ/E oranı

- Normal: 1:2
- Restriktif: 1:1 veya ters oranlı
- Obstrüktif: 1:3-4

Basınçlar

- Plato P<25 cmH₂O
- PİP<35-40 cmH₂O

Ventilasyon yönetimi-III

Dakika volüm

- PaCO₂: 50-70 mmHg
- Ciddi obstrüksiyon/akc. transplantasyonu: PaCO₂ ↑

Ventilatör modu

- Basınç kontrollü ventilasyon
- HFJV

Sonuç olarak...

- Koruyucu ventilasyonda amaç, akciğeri sürekli açık tutmak ve aşırı gerilmeden korumak
- Koruyucu ventilasyonda erken RM, devamında düşük TV ve PEEP uygulanmalı
- Ventilasyon modu ve ventilasyon ayarları hastaya özgü olmalı